

*В роботі вивчено процеси деаерації води з допомогою редокситів на основі модифікованого сполуками заліза (II) катіоніту КУ-2-8. Визначено вплив форми іоніту на відновлювальну здатність іоніту та вторинне забруднення води іонами заліза*

*Ключові слова: кисень, катіоніт, редоксит, сорбція, залізо, ємність*

*В работе изучены процессы деаэрации воды с помощью редокситов на основе модифицированного соединения железа (II) катионита КУ-2-8. Определено влияние формы ионита на восстановительную способность ионита и вторичное загрязнение воды ионами железа*

*Ключевые слова: кислород, катионит, редоксит, сорбция, железо, емкость*

*The processes of de-aeration of water with oxidation-reduction ion exchanger based on a modified cation exchanger CU-2-8 compounds of iron (II) were studied. The effect of the form of resin and secondary pollution of water by iron ions were carried out*

*Key words: oxygen, cation exchange resin, oxidation-reduction ion exchanger, sorption, iron, capacity*

## ВПЛИВ ХАРАКТЕРИСТИК ВОДИ, СПОСОБУ МОДИФІКАЦІЇ ІОНІТУ КУ-2-8 СПОЛУКАМИ ЗАЛІЗА (II) НА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИДАЛЕННЯ РОЗЧИНЕНОГО КИСНЮ

**А.Т. Тамазашвілі**

Аспірант\*

Кафедра екології та технології рослинних полімерів

Контактний тел.: 097-951-10-87

E-mail: tamazashvili@gmail.com

**В.С. Камаєв**

Кандидат технічних наук\*

Директор наукового парку "Київська політехніка"

Контактний тел.: (044) 454-99-52, 454-99-53, 454-96-37

E-mail: spark@ntu-kpi.kiev.ua

**М.Д. Гомеля**

Доктор технічних наук, професор

Завідуючий кафедри екології та технології рослинних полімерів

Контактний тел.: (044) 236-60-83

\*Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»

пр. Перемоги, 37, м. Київ, 03056

### Вступ

На сьогодні стратегія сталого розвитку є головним напрямком прогресу суспільства. Через загрозу швидкого вичерпання природних ресурсів, значних негативних змін в біосфері внаслідок неконтрольованого техногенезу, проблеми ресурсозбереження виходять на перше місце, та гостро стоять проблеми енергозбереження, захисту гідросфери від шкідливих впливів.

Ефективне використання енергії часто пов'язане із ефективністю виробництва та використання водяної пари та гарячої води. В свою чергу ефективність останніх процесів залежить від якості енергетичної води. Крім жорстких вимог до ефективності пом'якшення та знесолоння такої води, гостро стоїть проблема зниження її корозійної агресивності. Корозія та руйнування елементів теплообмінних апаратів, трубопроводів призводить до значних витрат енергії, матеріалів та знесолоної води.

Застосування інгібіторів корозії через жорсткі вимоги до якості води, токсичності інгібіторів, їх

термостійкості та хімічної стійкості при високих температурах досить обмежене. Кращим варіантом зниження корозійної агресивності води є вилучення з неї кисню. Для вилучення розчиненого у воді кисню широко використовуються редоксити [1-4] – модифіковані відновниками іоніти. Проте при отриманні та використанні редокситів виникають проблеми, пов'язані із процесами модифікування іонітів, оцінкою їх якості, відновлювальної здатності, надійності та тривалістю використання.

Тому метою даної роботи було визначення впливу умов модифікування катіоніту сполуками заліза (II), характеристик води на ефективність знекиснення води, створення експрес методу по оцінці відновлювальної здатності редокситів.

### Методи та результати досліджень

При отриманні редокситів, знекисненні води та при визначенні відновлювальної здатності за хлора-

том натрію, контроль за вмістом у воді заліза, кисню, хлорату натрію – здійснювали за стандартними методиками [5, 6]. Для отримання редокситів використовували сильнокислотний катіоніт КУ-2-8 в кислій формі. Об'єм проби 10-50 см<sup>3</sup>. Для отримання іоніту в Fe<sup>2+</sup>-формі через колонку, заповнену катіонітом КУ-2-8 в кислій формі пропускали розчин сульфату заліза (II) з концентрацією 719 мг-екв/дм<sup>3</sup> по Fe<sup>2+</sup> при витраті 1-3 см<sup>3</sup>/хв. Розчин пропускали до тих пір, поки концентрація на виході з колонки не стала рівною концентрації на вході. Об'єми проб води складали 50 см<sup>3</sup>. Масу сорбованого заліза визначали по різниці початкової та вихідної концентрації заліза з урахуванням об'єму проби. Загальну масу сорбованого заліза визначали як суму сорбованого заліза з всіх відібраних проб розчину сульфату заліза. Обмінну ємність по залізу (ОСFe) розраховували поділом маси сорбованого заліза на об'єм іоніту. Для гідролізу іонів Fe<sup>2+</sup> і отримання іоніту модифікованого Fe(OH)<sub>2</sub> через іоніт в Fe<sup>2+</sup>-формі пропускали розчин, що містить гідроксид натрію (20 г/дм<sup>3</sup>) та тіосульфат натрію (5 г/дм<sup>3</sup>). Витрата розчину 1-5 см<sup>3</sup>/хв.. Розчин пропускали до досягнення сильно лужної реакції в розчині на виході. Іоніт в Fe<sup>2+</sup>-формі після пропускання розчину сульфату заліза та іоніт, модифікований Fe(OH)<sub>2</sub> після пропускання лужного розчину промивали дистильованою водою від надлишку реагентів.

При визначенні відновлювальної здатності (ємності по кисню (Є O<sub>2</sub>)) редокситу через нього пропускали воду з витратою 15-20 см<sup>3</sup>/хв, контролюючи концентрацію кисню, заліза, жорсткість та рН води на вході і виході із колонки. Об'єм проб 1-6 дм<sup>3</sup>. Кількість відновлюваного (зв'язаного) кисню розраховували для кожної проби, виходячи із різниці концентрацій кисню на вході і виході із колонки та об'єму проби. Загальну масу зв'язаного кисню визначали як суму сорбованого кисню із усіх відібраних проб води. Ємність по кисню (Є O<sub>2</sub>) визначали діленням кількості зв'язаного кисню на об'єм іоніту. Відновлювальну здатність (ВЗ) по хлорату натрію визначали як відношення кількості відновленого хлорату в мг-екв/дм<sup>3</sup> до об'єму обробленого редокситу. Кількість відновленого хлорату визначали із різниці вхідних та вихідних концентрацій і об'єму розчину.

Враховуючи те, що у водогрійних котлах, системах теплопостачання наряду з натрій-катіонованою використовують необроблену водопровідну та природу воду, а також те, що знесолена вода практично не впливає на вимивання заліза з редокситу, в роботі використовували водопровідну воду та водопровідну воду після натрій-катіонного фільтру.

Результати по знекисненню водопровідної води на іоніті в Fe<sup>2+</sup>-формі представлені на рис. 1. Як видно з рисунку, на першому етапі спостерігається ефективне вилучення кисню. Проте при цьому за рахунок десорбції іонів заліза, які частково витісняються іонами кальцію та магнію, концентрація останнього зростає до 25-83 мг/дм<sup>3</sup> (0,89-2,91 мг-екв/дм<sup>3</sup>). Відомо, що за рахунок більшого іонного радіусу Ca<sup>2+</sup> в порівнянні з Fe<sup>2+</sup>, селективність кальцію при сорбції на сильно кислотних катіонітах вища в порівнянні з іонами заліза (II). Це підтверджується і значним пом'якшенням води на першому етапі її знекиснення. Жорсткість знижується з 4,2 до 1,29 мг-екв/дм<sup>3</sup>.

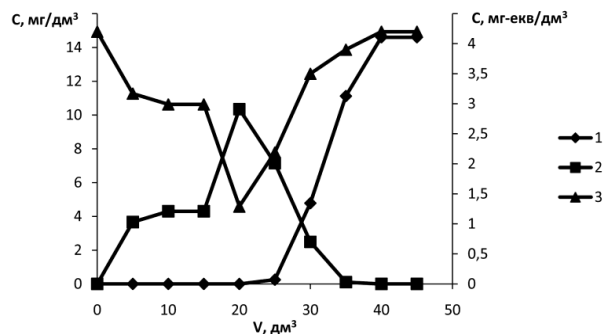


Рис. 1. Залежність концентрації кисню (1), іонів заліза (2) та жорсткості (3) від об'єму пропускання води (Ж=4,2 мг-екв/дм<sup>3</sup>, C O<sub>2</sub>=14,6 мг/дм<sup>3</sup>) через катіоніт КУ-2-8 в Fe<sup>2+</sup>-формі (Vi=50 см<sup>3</sup>, ОСFe<sup>2+</sup>=2,978 г-екв/дм<sup>3</sup>, Є O<sub>2</sub>=1,08 г-екв/дм<sup>3</sup>)

Підвищенню концентрації заліза в обробленій воді сприяють відносно низькі значення рН (від 5,5 до 6,7) та низька концентрація кисню. При цьому залізо розчиняється у воді у вигляді іонів Fe<sup>2+</sup>. Проте після окислення частки заліза існують у вигляді іонів Fe<sup>3+</sup>, які значно за селективністю переважають іони жорсткості. Як наслідок, концентрація іонів заліза в воді різко падає, при чому жорсткість води зростає до початкових значень. Про те, що іоніт частково перейшов у Fe<sup>3+</sup>-форму та частково – у Ca<sup>2+</sup>-форму, свідчить те, що кількість сорбованих іонів жорсткості сягає 45,75 мг-екв (ОЄ=0,915 г-екв/дм<sup>3</sup>) і еквівалентна кількості десорбованих іонів Fe<sup>2+</sup> - 45,75 мг-екв. Початкова обмінна ємність по іонах заліза (II) була 2,978 г-екв/дм<sup>3</sup>. Очевидно, що кількість окисленого заліза складає 2,063 г-екв/дм<sup>3</sup> по іонах Fe<sup>2+</sup>. Якщо врахувати, що ємність по кисню досягла 1,08 г-екв/дм<sup>3</sup>, то можна сказати, що в даному випадку зв'язування кисню проходило за реакцією:



Згідно з цим рівнянням потрібно 2 г-екв Fe<sup>2+</sup> на 1 г-екв кисню. Тобто, максимальна ємність по кисню в г-екв досягає 0,5 від ємності іоніту за іонами Fe<sup>2+</sup> в г-екв. В розглянутому випадку кількість окисленого заліза 2,063 г-екв/дм<sup>3</sup> повинна забезпечити ємність по кисню на рівні 1,032 мг-екв/дм<sup>3</sup>, що близько до отриманого експериментально значення.

Так як іоніт в Fe<sup>2+</sup>-формі при знекисненні водопровідної води спричиняє значне її забруднення залізом, в роботі був використаний іоніт, модифікований гідроксидом заліза (II), який погано розчиняється у воді (рис. 2). В даному випадку, не дивлячись на значне пом'якшення води, на першому етапі сорбції (ОЄ Ж=1,226 г-екв/дм<sup>3</sup>) концентрація заліза в перших 3-х пробах не перевищувала 0,44 мг/дм<sup>3</sup>. В наступних 3-х пробах вона зросла до 6-16 мг-дм<sup>3</sup> і далі знизилась до значень, менших 1 мг/дм<sup>3</sup>. Очевидно, що це пов'язано із зміною рН середовища. В перших 3-х пробах рН підвищилось до значень ≈9. Це обумовлено процесом:



де Kt- - функціональна група катіоніту,  
 $Me^{2+}$  -  $Ca^{2+}$  або  $Mg^{2+}$

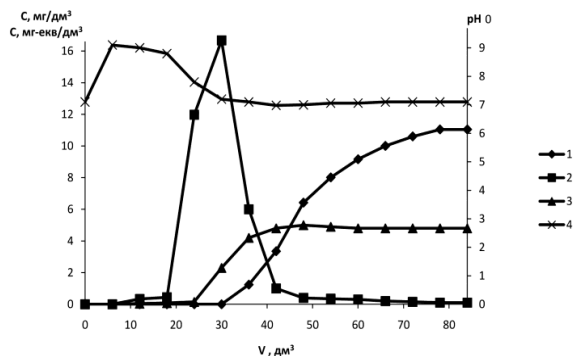


Рис.2. Залежність концентрації розчиненого кисню (1), іонів заліза (2), жорсткості (3) та рН (4) від об'єму пропущеної води ( $C_{O_2}=11,04$  мг/дм<sup>3</sup>,  $Ж=4,8$  мг-екв/дм<sup>3</sup>) через катіоніт, що модифікований  $Fe(OH)_2$  ( $V_i=50$  см<sup>3</sup>,  $ОСFe^{2+}=2,96$  г-екв/дм<sup>3</sup>,  $Є_{O_2}=1,352$  г-екв/дм<sup>3</sup>)

Утворення гідрокарбонату натрію спричиняє підключення води та підвищення рН середовища [7]. Тому на даному етапі при рН≈9, коли розчинність  $Fe^{2+}$  низька, в воді іони заліза практично відсутні.

Іоніт в  $Na^+$ -форму переходить при обробці іоніту в  $Fe^{2+}$ -формі лужним розчином:



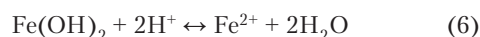
При цьому гідроксид заліза присутній в вигляді осаду в порах іоніту, сам же іоніт знаходиться в  $Na^+$ -формі.

Після вичерпання ємності іоніту по іонах жорсткості рН води знижується до нейтрального, тому залишки заліза (II), що не окислилось до заліза (III), частково розчиняються у воді. Після окислення всього дво-валентного заліза, його концентрація у воді падає. В даному випадку з іоніту вимилось ≈ 215 мг заліза, або в перерахунку на  $Fe^{2+}$ , всього 7,68 мг-екв, або 0,153 г-екв/дм<sup>3</sup> ємності іоніту. При початковій ємності іоніту 2,960 г-екв/дм<sup>3</sup> за рахунок вимитого заліза ємність іоніту по залізу скоротиться до 2,807 г-екв/дм<sup>3</sup>. Тоді теоретично можлива ємність редокситу за киснем складе 1,404 г-екв/дм<sup>3</sup>, що близько до отриманого експериментального значення ємності по кисню 1,352 г-екв/дм<sup>3</sup>.

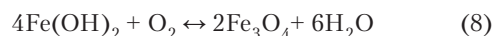
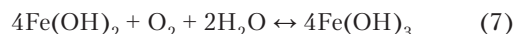
Слід відмітити, що в даному випадку вода мала відносно невисоку жорсткість та високу концентрацію кисню. При використанні редокситу для доочищення води від кисню після термічної деаерації, коли концентрація кисню на порядок нижча, при жорсткості води до 7-8 мг-екв/дм<sup>3</sup> ємність іоніту за іонами жорсткості вичерпається значно раніше його ємності за киснем. І тоді значно більша кількість заліза буде вимиватись, що призведе до передчасного виснаження відновлювальної здатності іоніту та забруднення води залізом. Тому за даних обставин використовувати редоксит нецільно.

При знекисненні натрій-катіонованої води на іоніті в  $Fe^{2+}$ -формі процес протікає неефективно (рис. 3). В даному випадку не тільки спостерігається забруднення води іонами заліза, але і низька відновлювальна

здатність редокситу. Очевидно, це пов'язано з тим, що рН середовища в даному разі коливається в межах 6,35-7,3, що обумовлено частковим гідролізом іонів заліза з підкисленням води. При таких рН відновлювальні властивості заліза (II) знижуються, а його розчинність у воді зростає.



При використанні іоніту, модифікованого гідроксидом заліза (II), спостерігається ефективне знекиснення води при низьких концентраціях заліза у воді (0,1-0,4 мг/дм<sup>3</sup>). Проте ємність редокситу за киснем, що дорівнює 1,187 г-екв/дм<sup>3</sup>, дещо нижча від теоретично розрахованої – 1,550 г-екв/дм<sup>3</sup>. Очевидно, що це обумовлено підвищенням рН середовища на першому етапі знекиснення води, яке сягає 9,1-9,5. Очевидно, що рН підвищується за рахунок катіоніту в  $Na^+$ -формі, який може обмінювати іони натрію на іони жорсткості та катіони заліза. При підвищених рН практично не розчиняється залізо, проте його окислення може йти по двох напрямках – за реакцією з утворенням гідроксиду заліза (III) (7) та з утворенням фериту (8).



За реакцією (7) 2 мг-екв  $Fe^{2+}$  відновлюють 1 мг-екв кисню, за реакцією (8) 3 мг-екв заліза (II) відновлюють 1 мг-екв кисню. Якби процес протікав за реакцією (7), то ємність редокситу повинна бути, як це було описано вище, 1,550 г-екв/дм<sup>3</sup>, якщо за реакцією (8), то розрахункова ємність за киснем повинна бути 1,033 г-екв/дм<sup>3</sup>. Експериментальне значення 1,187 г-екв/дм<sup>3</sup> говорить про те, що в даному випадку реалізуються обидві реакції (7) та (8).

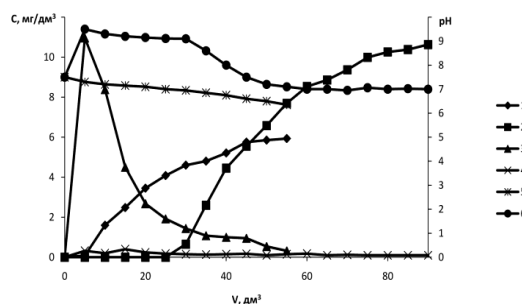


Рис. 3. Вплив витрати натрій-катіонованої водопровідної води (рН=7,5,  $Ж=0,7$  мг-екв/дм<sup>3</sup>,  $Лужність=6,6$  мг-екв/дм<sup>3</sup>,  $C_{O_2}=10,64$  мг/дм<sup>3</sup>) на залишкові концентрації кисню (1; 2), заліза (3; 4) та рН середовища (5; 6) при пропусканні через катіоніт КУ-2-8 в  $Fe^{2+}$ -формі ( $V_i=50$  см<sup>3</sup>,  $ОСFe^{2+}=2,9$  г-екв/дм<sup>3</sup>,  $Є_{O_2}=0,889$  г-екв/дм<sup>3</sup>) (1; 3; 5) та що модифікований  $Fe(OH)_2$  ( $V_i=50$  см<sup>3</sup>,  $ОСFe^{2+}=3,1$  г-екв/дм<sup>3</sup>,  $Є_{O_2}=1,187$  г-екв/дм<sup>3</sup>) (2; 4; 6)

Підтвердженням цього є оцінка відновлювальної здатності (ВЗ) катіоніту в Fe<sup>2+</sup>-формі та модифікованому Fe(OH)<sub>2</sub> з допомогою розчинів хлорату натрію (рис. 4).

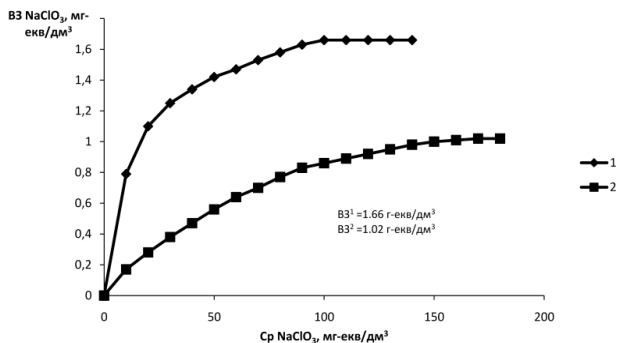


Рис. 4. Залежність відновлювальної здатності катіоніту КУ-2-8 в Fe<sup>2+</sup>-формі (1) (ОСFe<sup>2+</sup>=3,3 г-екв/дм<sup>3</sup>) та катіоніту, що модифікований Fe(OH)<sub>2</sub> (2) (ОСFe<sup>2+</sup>=3,1 г-екв/дм<sup>3</sup>) по NaClO<sub>3</sub> від рівноважної концентрації його розчину

В даному випадку проби іоніту, модифікованого Fe<sup>2+</sup> або Fe(OH)<sub>2</sub>, об'ємом 10 см<sup>3</sup> заливалися 100 см<sup>3</sup> розчину NaClO<sub>3</sub> з концентрацією від 6 до 375 мг-екв/дм<sup>3</sup>. Так як для повного завершення процесу відновлення хлорату необхідно щонайменше 24 години (рис. 5), то залишкову концентрацію хлорату визначали через добу.

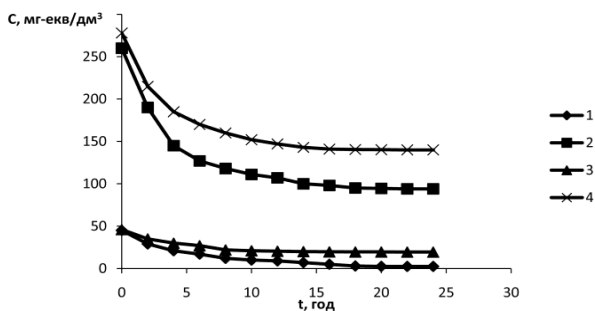
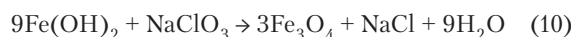
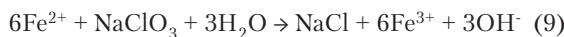


Рис. 5. Залежність залишкової концентрації NaClO<sub>3</sub> від часу контакту розчинів різної концентрації (V<sub>p</sub>=100 см<sup>3</sup>), з іонітом КУ-2-8 в Fe<sup>2+</sup>-формі (1;2) (ОСFe<sup>2+</sup>=3,32 г-екв/дм<sup>3</sup>, V<sub>i</sub>=10 см<sup>3</sup>) та іонітом, що модифікований Fe(OH)<sub>2</sub> (3;4) (ОСFe<sup>2+</sup>=3,06 г-екв/дм<sup>3</sup>, V<sub>i</sub>=10 см<sup>3</sup>)

У випадку використання іоніту в Fe<sup>2+</sup>-формі через низькі значення рН (5,5-6,8), процес іде повільніше, гранична відновлювальна здатність іоніту сягає 1,660 г-екв/дм<sup>3</sup> і є вищою, в порівнянні з використанням іоніту, що модифікований Fe(OH)<sub>2</sub>, де через високі значення рН (8,5-9,7) процес іде швидше, проте гранична відновлювальна здатність не перевищує 1,02 г-екв/дм<sup>3</sup>. Очевидно, що в першому випадку іде утворення іонів заліза (III) (9), а у другому утворюється ферит (10).



Теоретично розрахована гранична ВЗ для першого випадку складає 1,665 г-екв/дм<sup>3</sup>, для другого – 1,033 г-екв/дм<sup>3</sup>, що близько до експериментальних даних.

Крім того, спеціально проведеними дослідженнями показано, що відновлювальна здатність іоніту в Fe<sup>2+</sup>-формі по NaClO<sub>3</sub> при рН 4,5 в 1,5 рази вище, в порівнянні з його відновлювальною здатністю при рН=12,3.

### Висновки

Таким чином, в результаті проведених досліджень по ефективності редокситів, отриманих модифікацією катіоніту КУ-2-8 сполуками заліза (II) було:

Показано, що катіоніт в Fe<sup>2+</sup>-формі при знекисненні водопровідної води призводить до забруднення води залізом за рахунок його витіснення з іоніту іонами жорсткості, що призводить до значного зниження відновлювальної здатності редокситу на 30% і більше.

Встановлено, що при знекисненні непом'якшеної води на катіоніті, що модифікований Fe(OH)<sub>2</sub>, процес проходить ефективно до вичерпання ємності катіоніту по іонах жорсткості, в подальшому внаслідок зниження рН середовища та витіснення іонів Fe<sup>2+</sup> іонами жорсткості, можливе підвищення концентрації заліза в воді до 10 мг/дм<sup>3</sup> і вище.

Визначено ефективність знекиснення натрій-катіонованої води на іоніті, що модифікований іонами Fe<sup>2+</sup> та гідроксидом заліза (II) і показано, що краще процес проходить при використанні гідроксиду заліза.

Встановлено, що при високих рН середовища процес окислення заліза на катіоніті проходить з утворенням фериту, що в 1,5 рази знижує ємність редокситу по кисню.

### Література

1. Кравченко, Т. А. Обескислороживание воды редокситами / Т. А. Кравченко, А. Я. Шаталов // Ионнообменные методы очистки веществ. Под ред. Г.А.Чикина и О.Н. Мягкого. – Воронеж: ВГУ. – 1984. – С.167-183.
2. Kravchenko, T. Kinetics and Dynamics of Redox Sorption / T. Kravchenko, I. Aristov // Ion Exchange. Theory and practice. New-York – Basel: M. Dekker, 2000. – P. 691 -764.
3. Кравченко, Т. А. Кинетика электросорбции кислорода медьсодержащими редокситами с химической и электрохимической регенерацией редокс-центров / Т. А. Кравченко, Н. В. Соцкая, О. В. Сленцова // Журнал физической химии. – 2000. – Т. 74, №6. – С. 1077 – 1080.
4. Конев, Д.В. Кинетика восстановления молекулярного кислорода из воды ультрадисперсной медью в ионообменной матрице / Д. В. Конев, Т.А. Кравченко, А. И. Калиничев и др. // Журнал физической химии. – 2006. – Т. 80, №8. – С. 1486 – 1492.

5. Лурье, Ю. Ю. Химический анализ производственных сточных вод: учеб. / Ю. Ю. Лурье, А. И. Рыбникова – М.: Химия. – 1974. – 280 с.
6. Справочник по свойствам, методам анализа и очистке воды: справочник / Л.А. Кульский, И. Г. Горонковский, А. М. Кочановский и др. – К. Наукова думка. – 1980. – Т.1. – 680 с.
7. Гомеля, И. Н. Оценка эффективности ионитов КУ-2-8 и Aqualite K-100 FC при умягчении воды в присутствии ионов железа / И.Н.Гомеля, Ю. А. Омельчук, В. М. Радовенчик // Эко-технологии и ресурсосбережение. – 2008. - №3. – С.62-65.

*Досліджено фізико-механічні властивості гум, вулканізованих полімерною та ромбічною сіркою, встановлено параметри сіток відповідних вулканізаторів*

*Ключові слова: полімерна сірка, вулканізація, гума*

*Исследованы физико-механические свойства резин, вулканизированных полимерной и ромбической серой, установлены параметры сеток соответствующих вулканизаторов*

*Ключевые слова: полимерная сера, вулканизация, резина*

*Physical and mechanical properties of the rubbers vulcanized by polymeric and rhombic sulphur are investigational, the parameters of nets of corresponding vulcanizate are investigated*

*Keywords: polymeric of sulphur, vulcanization, rubber*

УДК 678.4.046

## ЗАСТОСУВАННЯ ПОЛІМЕРНОЇ СІРКИ, ОДЕРЖАНОЇ ПЛАЗМОЛІЗОМ СІРКОВОДНЮ, ЯК ВУЛКАНІЗАТОРА КАУЧУКОВИХ КОМПОЗИЦІЙ НА ОСНОВІ СКД

З.О. Знак

Доктор технічних наук, професор\*

В.Т. Яворський

Доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри

\*Кафедра хімії і технології неорганічних речовин

Національний університет «Львівська політехніка»

вул. С.Бандери, 12, м. Львів, Україна, 79013

Контактний тел.: (032)258-27-71

e-mail: zznakz@polynet.lviv.ua

### Вступ і постановка проблеми

Якість, надійність та довговічність автомобільних шин та інших відповідальних гумово-технічних виробів залежать від багатьох чинників, одним з яких є міцність адгезійного з'єднання між окремими гумовими деталями та армувальними матеріалами. Високі конфекційні властивості деталей шин забезпечуються при застосуванні як вулканізатора багатьох типів каучукових композицій полімерної модифікації сірки. Однак в Україні вона не продукується і потреби в ній задовольняються виключно за рахунок імпорту [1]. Висока вартість полімерної сірки не дає змоги закуповувати її в необхідних обсягах, а тому в частково замість неї застосовують мелену ромбічну сірку. Перевагою ромбічної сірки є відносно невисока вартість, але, разом з тим, вона як вулканізуючий агент має ряд недоліків, які зумовлюють ряд складнощів технологічного та експлуатаційного характеру. По-перше, ромбічна сірка гірше змішується з каучуковою композицією, внаслідок чого рівномірність її розподілу в масі є гіршою, ніж полімерної. По-друге, ступінь використання ромбічної сірки при утворенні вулканізаційних зшивок є меншою.

По-третє, сірка, яка не прореагувала, дифундує на поверхню виробу (деталі шини) – «вицвітає», що різко погіршує адгезійні властивості поверхні і, як наслідок, ускладнює формування багатошарових виробів. Для покращення адгезії сірки з поверхні деталі вилучають за допомогою розчинника, наприклад, бензину. Це різко ускладнює технологічність процесу, підвищує пожежо- та вибухонебезпечність виробництва, погіршує умови праці.

Існуючі традиційні методи одержання полімерної сірки [2] із розплавів чи парів сірки, хоча, на перший погляд, є простими, потребують високих витрат енергії та високотоксичних горючих органічних розчинників. Саме їх незавершеність в технологічному та екологічному планах стала на заваді широкого впровадження в багатьох країнах, зокрема в Україні.

Нами розроблено технологічні основи одержання полімерної сірки плазмохімічним розкладом сірководню [3-6]. Відповідно властивості полімерної сірки, що одержується, зокрема як вулканізатора не вивчені.

Мета роботи полягала у порівнянні властивостей гум, вулканізованих із застосуванням ромбічної сірки